

第1回 資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発  
事後評価検討会議事録

1. 日時：平成25年12月12日（木）10：30～12：30

2. 場所：経済産業省 本館1階東共用会議室

3. 出席者

（検討委員）〔敬称略・五十音順、※は座長〕

一柳 朋紀 株式会社鉄鋼新聞社 常務取締役 編集局長

島田 広道 独立行政法人産業技術総合研究所 理事

・研究環境安全本部長・評価部長

※宝田 恭之 群馬大学理工学研究院環境創生部門 教授

長坂 徹也 東北大学大学院工学研究科長補佐

・金属フロンティア工学専攻 教授

中村 崇 東北大学多元物質科学研究所サステナブル理工学研究センター

一金属資源循環システム研究分野 教授

なお、今回、一柳委員及び中村委員は欠席

（研究開発実施者）

JFE スチール スチール研究所 武田主席研究員（プロジェクトリーダー）

JFE スチール スチール研究所 製鉄研究部 庵屋敷主任研究員

新日鐵住金 プロセス研究所 製鉄研究開発部 樋口上席主幹研究員

新日鐵住金 プロセス研究所 製鉄研究開発部 西岡主幹研究員

神戸製鋼所 技術開発本部 石炭エネルギー技術開発部 濱口開発室室長

（事務局）

経済産業省 製造産業局 鉄鋼課 製鉄企画室 竹上室長

経済産業省 製造産業局 鉄鋼課 製鉄企画室 村田課長補佐

経済産業省 製造産業局 鉄鋼課 製鉄企画室 織田係長

（評価推進課）

経済産業省 産業技術環境局 技術評価室 飯村室長

経済産業省 産業技術環境局 技術評価室 岡田課長補佐

#### 4. 配布資料

資料 1 委員名簿

資料 2 研究開発評価に係る委員会等の公開について

資料 3 経済産業省における研究開発評価について

資料 4 評価スケジュール

資料 5 プロジェクトの概要について

資料 6 評価用資料

資料 7 評価報告書の構成（案）

資料 8 評価コメント票

資料 9 質問票

参考資料 1 経済産業省技術評価指針

参考資料 2 経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準

#### 5. 議事内容

##### (1) 座長選出

事務局からの提案により、宝田委員が本検討会の座長に就任することが承認された。

##### (2) 事後評価検討会の公開について

事務局から、資料 2 により、事後評価検討会の公開について説明がなされた後、会議配布資料、議事録について公開することが了承された。

##### (3) 評価スケジュール等について

事務局から、資料 3, 4, 7, 8 により、評価スケジュール等について説明がなされ、了承された。

##### (4) 研究開発プロジェクトの概要について

事務局及び実施者から、資料 5 により、当研究開発プロジェクトについて説明がなされた。

#### 【以下、質疑応答】

(長坂) P43 について、高品位炭の 2 割削減とはどういうことか。

(実施者) もともと全体の使用量を 100 としたときに高品位炭を 60 使っていたものがフェロコークスの使用により、34 になるので厳密に言うと 26%削減されるということ。当初 20%削減という目標でしたので、約 2 割という表現を使った。対高品位炭の削減幅でいうと約半分という言い方も可能。

- (長坂) P42 に関して、製鉄所のエネルギーバランスを保つために、天然ガスで補償するという話があったが、高炉ガス、コークス炉ガスというのは基本的に製鉄所のエネルギー源だが、高炉、焼結で使用する以外の副生ガスは計上していないという意味か。
- (実施者) ほぼ、その通りである。石炭がどれだけ減らせるかという観点で評価しており、石炭を減らすときに、高炉から出てくるガスの発生量が、減るので、下工程に供給するガスの量が減る。その分は今回考慮していない。入り側の石炭は 10%減らせるが、下工程を含めてネットの消費のエネルギー総量としてはそこまでは下がらない。下工程で省エネになればネットでも同じだけ下がるのだが。
- (長坂) トータルでカロリーベースでプラスなのかマイナスなのか。
- (実施者) トータルのカロリーベースでは、削減、マイナスである。
- (長坂) 低品位炭、高品位炭、あるいは、低品位鉱石、高品位鉱石という非常に大まかな分け方をしているが、原料に対する許容範囲、バウンダリーは明らかにされているのか。
- (実施者) 今回の実験で瀝青炭の中でいろんな品位のものを試して作れると言うことまで確認した。ただ、非常に高揮発分の褐炭とかそういうところまで使えるかは難しい。
- (長坂) どこまで使えるということがわかっているということは重要。明示的に書いていないと言うことは知財の問題か。
- (実施者) 知財の細かい配合技術になるので明記していないが、成形物の強度に対してどういう配合すれば良いのかということは把握できている。
- (島田) P39 右側の表の真ん中ぐらいで、溶銑 1t つくるのに、元々はコークスを 415kg 入れていたのに対して、フェロコークスを 100kg 入れると、コークスが 333kg になり、炭素原単位は 451kg だったのが 439kg に下がるとあるが、鉄鉱石を還元するカーボンの量は同じはずなので、出てくるガスが同じ組成だとすれば、CO が減ってしまうから、その分エネルギーが減るのでその分を天然ガスで補充するという発想か。
- (実施者) 然り。フェロコークスの使用により高炉の中で還元で CO を使って CO<sub>2</sub> にする反応が促進され、上から出てくる CO ガスの量が減り、その分のエネルギーが下がってしまう。
- (島田) フェロコークスを 100kg のときコークスが 333kg 必要なわけで、結局、コークス炉は、更新時期になったときに、全部廃止出来る訳では無くて、やっぱり、また、作り直さないといけない。ただ、普通のコークス炉の大きさが 3/4 ぐらいの大きさに済むようになり、そのかわり、フェロコークス炉を作らないといけないということか。

(実施者) 然り。室炉（従来型のコークス炉）は新日鐵住金さんが実用化している SCOPE21 という新しい技術で室炉を作っていく、一方で、高反応性のフェロコークスは別途製造する、という棲み分けになっていくものと考えられる。

(宝田) 最後のコストのところ、設備費が操業的にどうなっていくのか。また、実操業のイメージがどうなっていくのか。そして、操業炉に向けての検討課題が今の段階である程度明確になれば次に向かうときの指針になると思うのだが。

(実施者) P47 について、設備費については、精度は粗いが試算を行っており、現状の室炉とほぼ同じぐらいの設備費で出来るだろうと考えている。

また、乾留炉は、羽口間隔が 1.2~1.3mのものだが、実炉はこれが横方向に 20 個ぐらい並んだもの。高さは、今回の研究のパイロットプラントが実機を見据えて高さを設計しているのでほぼ同じ。

課題は、乾留炉では横方向にスケールアップしていくこと。成型設備で言うと、1ユニットの大きさが大きくなるがどこまで大きく出来るのかということがある。

(宝田) 石炭の粒径は分かったが鉄鉱石はどのくらいか。

(実施者) 今回の場合はプラントの制約上、微粉の-70 ミクロン程度の鉄鉱石を使用している。ラボでは実機を想定し、様々な鉱石を粉砕して、粉砕粒度を石炭と同じようにして調整している。

(宝田) 粉砕に関しては今までの技術で可能か。

(実施者) どのくらいまで粉砕すれば良いかは分かったが、粉砕機はスケールアップが課題と考えており、それはこれからである。

(竹上室長) それぞれの課題について、スライドの P. 46 でご審議をいただくのがよろしいかと思う。

(実施者) 乾留炉と成型設備のスケールアップが課題である。成型設備も今は 100 kg の規模で作っているもので、実機段階ではスケールアップが必要。高炉も粒度偏析等、最適値は分かったが、どうやって制御していくかは実用化に当たってのノウハウが必要。実機化の一番の課題は先ほど申し上げたとおり、製鉄所エネルギーにどう対応するか、また、最終的に設備コストをどう評価するかが課題。

(宝田) 乾留炉における循環ガスは出てきたガスを環流して燃料として使うのか。

(実施者) 然り。環流して加熱媒体として使う。

(宝田) 出てきたガスは全部循環出来るのか。

(実施者) P. 28 について、乾留炉の炉頂から出てきたガスを冷やして、タール

等を除去して、もう一度加熱して、というプロセスで循環している。中からガスが出てくるので余剰分はガスで回収する。

(宝田) 質問事項ではないが、製鉄所全体のプロセスの絵に、全体の物質及び熱収支が分かる数値を入れられないか。ご検討いただきたい。具体的には、コークスを挿入した時に理想的には高品位炭が何トン/日でどうなるのか。どうバランスしているのか。また、熱収支も足らなくなるという話も具体的に記載がある方が評価しやすい。もう一点、今の段階では精度が悪いことは承知しているが、経済性評価について製造コストが低くなると思うが、この理由は原料費が主か。

(実施者) 然り。強粘炭と微粘炭の組み合わせから微粘炭と非粘炭の組み合わせに変わるコスト差が生じるためである。

(宝田) 設備費をどう評価してよいかは、30 tの実験機では1,500 tという50倍のスケールアップまでは分からないという理解で良いか。

(実施者) 然り。プロジェクト開始の段階で、中間規模の実証機が必要かどうかも終わった段階で判断をしたが、一気に実炉というステップだとリスクが高いと判断した。

(竹上室長) P.51について、下工程における追加投入熱については、何で代替するかは、様々な熱源があり得るので考えるべき。

(宝田) ここで使っている低品位炭は一般炭なのか。もしくは非微粘炭なのか。

(実施者) 非微粘炭である。PC炭程度の瀝青炭ぐらいの位置づけ。

(宝田) バインダーは何%か。

(実施者) 5%程度である。

(宝田) バインダー製造時に石炭抽出により新規バインダーを製造した後の残渣物(副生炭)はフェロコークスの原料として使えないのか？

(実施者) プロジェクトのスコープから外れるので、報告書には記載していないが、実験検討の結果、ある程度配合しても強度低下のないことは確認している。フェロコークス原料である非微粘炭と性質が近いことが理由と考えている。

(長坂) 鉱石と低品位炭の配合率はどの程度幅があるのか。特に、鉄鉱石の最低量はどのぐらいか。

(実施者) 3割が最適である。横軸に鉱石配合率、縦軸に強度を取ると、30%程度までは緩やかに落ちて、そこから急に強度が低下する。強度を確保するために上限を30%と設定している。一方で、反応速度の観点では、増やすとリニアに増えていくが、強度との兼ね合いから効果的なのは30%である。

(長坂) 低品位炭の使用量を増やして、足らなくなった天然ガスで補填するというのはロジックとしておかしい。メジャーな物はCガスだろうから、これを頑張って作るかどうかということもあるだろうが、足りないエネルギーは

低品位炭で補うべきものではないか。

(実施者) 製鉄所のエネルギーをどう賄うかは課題。最後の実機化の課題にも記載したが、ご指摘のとおり、LNG 代替は安易ではあるがコスト的に難しい。

(長坂) 使い勝手が良いという点は理解する。

(竹上室長) 下工程において熱を逃がさないようにするほどの省エネ努力はあり得るが、追加投入しないというアプローチを確立するというのはあるかもしれない。

(長坂) 答えづらい質問かもしれないが、製品価格に占める原料費の割合はどの程度か。

(実施者) 具体的にお答えするのは困難だが、圧倒的に原料費が多い。どのくらいの下げ幅があるかという、価格差を申し上げたが、それに生産量を掛けた程度のインパクトがある。特に石炭の高品位と低品位に価格差がある。

(島田) 目標について低品位原料利用とあり、石炭及び鉄鉱石とあるが、劣質鉄鉱石に変わって、鉄鉱石コストが安くなるというのはコスト的にそこまで大きくないのか。

(実施者) 混ぜる量が全体 100 に対して 30 なので、使用量が少なく、そこまでインパクトは無い。鉄鉱石については、品位と価格差の関係で整理しづらいが、今後、高品位鉄鉱石が少なくなってくるので、低品位鉄鉱石を使える技術開発を行うということは意義が大きい。

(島田) やはりコスト面で言うと、設備費は従来のコークス炉とそれほど大差が無い、原料費の低下が大きいという判断なのだろうという理解で良いか。

(実施者) 然り。

(飯村室長) 省エネルギー量 10% という目標は、P. 42 の右側の図の点線の部分が現行のプロセスか。

(実施者) どのバウンダリーでエネルギーを評価するか、ということで、左側図のフェロコークスゼロの所が現行であり、右側の黄色いバウンダリーで示したところである。

(飯村室長) ここは 10% 減るが、元々目標に含まれていない下流の部分でエネルギーが足らなくなるといふことか。

(実施者) 然り。

(飯村室長) 石炭の量は 10% 下がるということは、省エネ 10% とほぼ同値という理解で良いか。

(実施者) 製鉄所の投入 1 次エネルギーの大部分は石炭なのでそのように捉えていただいても概ね構わない。

(5) 今後の予定について

質問票の提出期限を平成25年12月18日(水)、評価コメント票の提出期限を平成26年1月10日(金)とすることを確認した。

以上